

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑬ Int.Cl.⁴G 02 B 26/10
26/08

識別記号

1 0 8

庁内整理番号

7348-2H
D-6952-2H

⑭ 公開 昭和64年(1989)2月9日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全12頁)

⑮ 発明の名称 屈折式光偏向器の補正方法

⑯ 特 願 昭62-194790

⑰ 出 願 昭62(1987)8月4日

⑱ 発 明 者 林 田 建 一 東京都町田市南成瀬4丁目14番6号
⑲ 出 願 人 株式会社 ツーデン 神奈川県相模原市東橋本1丁目8番9号
⑳ 代 理 人 弁理士 安形 雄三

明 細 書

1. 発明の名称 屈折式光偏向器の補正方法

2. 特許請求の範囲

(1) 第1及び第2の偏角プリズムと、前記第1及び第2の偏角プリズムを同一光軸上に近接させて対向させると共に、前記第1及び第2の偏角プリズムをそれぞれ前記光軸を中心軸として独立に回動させる回動手段と、入力データに基づき所定の演算を行ない前記回動手段を駆動する制御手段とを具備し、前記入力データに基づき前記第1及び第2の偏角プリズムをそれぞれ独立に回動させることにより、入射光を所定範囲内の任意方向に偏向させることができる屈折式光偏向器に対して、前記入力データに対する前記偏向位置の誤差データを前記第1及び第2の偏角プリズムについて求め、前記誤差データに基づく第1及び第2の補正演算式を算出し、前記入力デー

タを前記第1及び第2の補正演算式に入力して補正してから前記制御手段を介して前記回動手段を駆動するようにしたことを特徴とする屈折式光偏向器の補正方法。

(2) 小さな頂角を有する複数枚の要素プリズムを組合せて成り、前記要素プリズムの少なくとも1枚が回動可能になっている第1の偏角プリズムと、この第1の偏角プリズムの光軸上に近接して配設され、小さな頂角を有する複数枚の要素プリズムを組合せて成り、少なくとも1枚が回動可能になっている第2の偏角プリズムと、前記第1及び第2の偏角プリズムを独立に回動させると共に、前記第1及び第2の偏角プリズムの回動可能な各要素プリズムを回動させる回動手段と、入力指令データに基づいて前記回動手段を制御する制御手段とを具備し、前記制御手段及び回動手段を介して前記第1及び第2の偏角プリズムの回動可能な各要素プリズムを回動して偏角関係を補正し、前記入力指令データに基づい

て前記第1及び第2の偏角プリズムをそれぞれ独立に回動させることにより、入射光を所定範囲内の任意方向に正確に偏向させ得る屈折式光偏向器に対して、前記入力データに対する前記偏向位置の誤差データを前記第1及び第2の偏角プリズムについて求め、前記誤差データに基づく第1及び第2の補正演算式を算出し、前記入力データを前記第1及び第2の補正演算式に入力して補正してから前記制御手段を介して前記回動手段を駆動するようにしたことを特徴とする屈折式光偏向器の補正方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

この発明は、1枚又は複数枚の要素プリズム(偏角プリズム)を組合せて成る光偏向器の補正方法に関し、簡単な補正動作で光ビームを任意の方向に自動的にかつ正確に偏角可能な屈折式光偏向器の補正方法に関する。

斜度に従い、まずマーキング面DPとレーザ光線発射装置9との関係を正確に設定し、しかる後に当該マーキング面DPにおけるマーキング位置D1～Dnに照射させるためのレーザ光線Lの角度をその都度演算にて求め、この求められた角度分ずつ、手動操作或いは電動装置により当該レーザ光線発射装置9の向きを上下左右に微動させなければならず、当該演算処理及び操作が繁雑になるという問題点があった。

また、上述のようなレーザ光線等の光ビームの利用分野は単に土木、建築の測量分野に限られたものではなく、幅広い分野で利用されるようになって来ているにも拘らず、上述のように当該光ビームを任意の方向に迅速かつ正確に偏角させる方法は存在せず、その利用を今一歩推進し得ないという問題点があった。

(発明の目的)

この発明は上述のような事情からなされたものであり、この発明の目的は、簡単な入力操作で、レーザ光線等の光ビームを任意の方向にか

(技術的背景と解決すべき問題点)

最近のレーザ光線技術の発達はめざましいものがあり、その光束の収束性、直進性の良さ等から土木、建築、測量等の分野においても幅広く利用されるようになって来ている。

例えば、周知のようにビル等の構造物の指定位置にマーキングする場合には、その構造物に対してスケール等を用いて行なっているが、このマーキング位置を正確に割出して表示するためにレーザ光線が用いられている。

第11図はこのようなマーキングの分野に用いられているレーザ光線の一例を示す概念図であり、構造物に対する所定の位置にはレーザ光線発射装置9がマーキング面DPに向けて水平状態に設置され、このレーザ光線発射装置9から、マーキング面DPの所定のマーキング位置D1～Dnに照射するようにレーザ光線Lが発射されている。ところが、この所定のマーキング位置D1～Dnに照射させるためには、マーキング面DPとレーザ光線発射装置9との距離及び構造物の傾

つ正確に自動的に偏向可能な屈折式光偏向器の補正方法を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

この発明は、入射光を任意方向に偏向させることができる屈折式光偏向器の補正方法に関し、この発明の上記目的は、第1及び第2の偏角プリズムと、上記各偏角プリズムを同一光軸上に近接させて対向させると共に、上記第1及び第2の偏角プリズムをそれぞれ上記光軸を中心軸として独立に回動させる回動手段と、入力データに基づき所定の演算を行ない上記回動手段を駆動する制御手段とを具備し、上記入力データに基づき上記第1及び第2の偏角プリズムをそれぞれ独立に回動させることにより、入射光を所定範囲内の任意方向に偏向させることができるようにした屈折式光偏向器に対して、前記入力データに対する前記偏向位置の誤差データを前記第1及び第2の偏角プリズムについて求め、前記誤差データに基づく第1及び第2の補正演算式を算出し、前記入力データを前

記第1及び第2の補正演算式に入力して補正してから前記制御手段を介して前記回動手段を駆動するようにしたものである。また、他の発明は、小さな頂角を有する複数枚の要素プリズムを組合せて成り、前記要素プリズムの少なくとも1枚が回動可能になっている第1の偏角プリズムと、この第1の偏角プリズムの光軸上に近接して配設され、小さな頂角を有する複数枚の要素プリズムを組合せて成り、少なくとも1枚が回動可能になっている第2の偏角プリズムと、前記第1及び第2の偏角プリズムを独立に回動させると共に、前記第1及び第2の偏角プリズムの回動可能な各要素プリズムを回動させる回動手段と、入力指令データに基づいて前記回動手段を制御する制御手段とを具備し、前記制御手段及び回動手段を介して前記第1及び第2の偏角プリズムの回動可能な各要素プリズムを回動して偏角関係を補正し、前記入力指令データに基づいて前記第1及び第2の偏角プリズムをそれぞれ独立に回動させることにより、

偏向させる手段として偏角プリズムが知られている。この発明では偏角プリズムの構造を工夫すると共に、補正演算式を用いて補正して2枚の偏角プリズムを独立に回動させることにより、上記目的を確実に達成するようにしている。

(発明の実施例)

第3図(A)は偏角プリズムの一例を示す断面図であり、偏角プリズムP(ここでは光屈折率を1.5とする)は、その頂角 τ に応じて固有の偏角 δ を有している。ここにおいて、第3図(A)に示すように上記偏角プリズムPの一面に対して垂直に入射する光ビームLは、当該プリズム面に入射されて出力される際にその頂角 τ の半分だけ屈折されるので、偏角プリズムPの2枚を透過する入射光Lは、最大で当該プリズムPの頂角 τ 分だけ屈折されて出射されることになる。すなわち、偏角プリズムの頂角 τ と1枚のプリズムに対する偏角 δ との間には一般に次式が成立つ。

入射光を所定範囲内の任意方向に正確に偏向させ得る屈折式光偏向器に対して、前記入力データに対する前記偏向位置の誤差データを前記第1及び第2の偏角プリズムについて求め、前記誤差データに基づく第1及び第2の補正演算式を算出し、前記入力データを前記第1及び第2の補正演算式に入力して補正してから前記制御手段を介して前記回動手段を駆動するようにしたものである。

(発明の作用)

この発明では、屈折式光偏向器の入力データとこれに対応する実際の偏向データとを予め測定して求めると共に、その測定データに従って前記入力データに対する補正演算式を求め、この補正演算式で補正したデータで光偏向器の偏角プリズムを駆動するようにしている。したがって、入力データに対する偏角プリズムによる偏向位置は誤差に対して補正されており、常に指令位置に一致することになる。

すなわち、従来から光ビームを所定の方

$$\delta = \tau / 2 \quad \dots \dots (1)$$

なお、上記(1)式は偏角プリズムPの光屈折率によって当然異なって来る。

ここにおいて、偏角プリズムPをその入射光軸L0を中心に回動させると、その照射面において、偏角 δ 分だけ屈折されて照射された点Aと、入射光軸上の点L0とを結ぶ線分rrを半径とする円を描くことになる。

第3図(B)及び(C)は、上述のような固有の偏角 δ を有する偏角プリズムを2枚組合せて、光ビームLを所望する方向に偏向させる方法を説明するための原理図であり、同図(B)は光軸L0に直交する方向から見た図、同図(C)は光軸L0に沿った方向から見た図である。第3図(B)及び(C)に示すように、同一の偏角プリズムP1、P2をその頂角をY軸(+)方向に近接して2枚設ける(ここでは、偏角プリズムP1を入射光側に配するものとする)。ここにおいて、偏角プリズムP1、P2はそれぞれどちらの面を対向

させてもよく、その距離は極力短かくするものとする。このような一組2枚の偏角プリズムP1、P2をY軸から互いに逆方向にそれぞれ角度 α 、 $-\alpha$ だけ回動させると、偏角プリズムP1、P2を透過する光ビームLは、その回動角度に応じてY軸に沿って一定の直線方向だけに偏角される合成偏角が得られることが知られている。

すなわち、第3図(C)に示すように、同一の2枚の偏角プリズムP1、P2の各偏角方向がそれぞれY軸(+)方向に一致した時(回動角 $\alpha = -\alpha = 0$)を起点とし、この位置からこの一組の偏角プリズムP1、P2をそれぞれ互いに逆方向に角度 α 、 $-\alpha$ だけ回動させると、偏角 α 、 $-\alpha$ の左右方向(図示X軸方向)の分力 $\delta \cdot \sin \alpha$ 、 $\delta \cdot \sin(-\alpha)$ は互いに打ち消しあって“0”となり、偏角 α 、 $-\alpha$ の上下方向(図示Y軸方向)の分力 $\delta \cdot \cos \alpha$ 、 $\delta \cdot \cos(-\alpha)$ だけが相加わって合成偏角はY軸方向に $2 \cdot \delta \cdot \cos \alpha$ となる。従って、その回動角 $\alpha(-\alpha)$ を変化させると、回動角 α に応じて、偏角プリ

ズム固有の頂角 τ 相当角によって決まる最大偏角 $\pm 2\delta$ ($\pm \tau$)の範囲内でY軸上の任意の位置に偏角させる合成偏角を得ることができる。

そこで、このような2枚一組の偏角プリズムP1、P2を上述のように、それぞれ互いに逆方向に同角度 α 、 $-\alpha$ ずつ回動させてY軸上に所望する偏角分だけ偏角した光ビームを照射させ、しかる後に当該一組の偏角プリズムP1、P2を、その状態(両偏角プリズムの開度 2α)を保ったままそれぞれ同一方向に同一角度ずつ連動させて回動させれば、所望する方向、所望する位置に光ビームを照射できることになる。すなわち、入射光を光軸L0に対して偏角 $2 \cdot \delta$ の半径がなす円内の任意の位置に偏角させて光ビームを照射することができるようになる。

第4図(A)及び(B)は、同一の偏角 δ (頂角 τ)を有する偏角プリズムP1、P2を2枚組合せて成る偏向器1を、第11図に示したレーザ光線による土木、建築測量システムに適用した照射方法の一例を示す図であり、同図(A)は光軸L0

に直交する方向から見た図、同図(B)は光軸L0に沿った方向から見た図である。第4図(A)及び(B)において、構造物に対する所定位置に配設されたレーザ光線発射装置9の前面に、その光軸L0上に偏向器1を配設し、この偏向器1を操作することによりレーザ光線発射装置9から発射したレーザ光線Lを偏角させて、マーキング面DPの所定のマーキング位置D1~Dnに順次照射させて行くようにしている。

そこで、この所定のマーキング位置D1~Dnのうち、例えばマーキング位置D7に照射させる方法について、以下に詳細に説明する。

第4図(A)及び(B)において、マーキング面DPと偏向器1との距離を l とし、構造物の傾斜度を“0”、すなわち水平とする。また、マーキング面DPにおけるマーキング位置D7の位置データ、すなわち入射光が偏角されないで直進した場合にマーキング面DPに照射する(光軸L0の延長線上の)点Oを原点として、当該マーキング面DP上に想定した水平軸(X軸)及び垂直

軸(Y軸)におけるマーキング位置D7の各座標値を x 、 y とし、当該マーキング位置D7と原点Oとの距離を r 、マーキング位置D7と原点Oとを結ぶ線分がY軸となす角度を β とする。さらにまた、入射光が偏向器1に用いられている偏角プリズムP1(又はP2)の単一の偏角 δ だけにより、偏角されてマーキング面DPに照射される点A1(又はA2)を想定し、点A1(又はA2)と原点Oとの距離を r' とする。

このような状態において、偏角プリズムP1、P2をY軸を起点としてそれぞれ図示Q方向及びその逆方向に α 、 $-\alpha$ 角回動させた時、偏角プリズムP1、P2の合成偏角により偏角されてY軸上に照射された点A5と原点Oとの距離 r' と、マーキング位置D7と原点Oとの距離 r とが等しくなるとすると、これらの間には以下のような式が成立つ。

$$rr = l \cdot \tan \delta \quad \dots \dots (2)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \dots \dots (3)$$

$$\begin{aligned} r &= r' = rr \cdot \cos \alpha + rr \cdot \cos(-\alpha) \\ &= 2 \cdot rr \cdot \cos \alpha \quad \dots \dots (4) \end{aligned}$$

ここにおいて、マーキング面DPと偏向器1との距離 l は、厳密には2枚の偏角プリズムP1、P2間の距離により両偏角プリズムP1、P2間で異なることになるが、実際にはこの両偏角プリズムP1、P2間の距離は上述のように非常に微小であり、マーキング面DPと偏向器1との距離 l に比べると無視することができるものである。そこで、マーキング面DPと偏向器1との距離は l で近似することができる。

そして、偏角プリズムP1、P2をそれぞれ α 、 $-\alpha$ 角だけ回動して求めた照射点ASを、第4図(6)に示すようにさらに図示Q方向に β 角だけ回動すれば、すなわち偏角プリズムP1、P2を同時に図示Q方向に β 角だけ回動すれば、照射点ASは所望するマーキング位置D1に達し、これら

キング面DPのマーキング位置D1に照射するためには、偏角プリズムP1、P2をY軸からそれぞれ $\alpha + \beta$ 、 $-\alpha + \beta$ 角ずつ回動すればよいことになる。そこで、偏角プリズムP1をY軸から回動させる角度 α_1 は、 $\alpha_1 = \alpha + \beta$ となり、偏角プリズムP2をY軸から回動させる角度 α_2 は、 $\alpha_2 = -\alpha + \beta$ となる。よって、上記(6)及び(7)式より

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \cos^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot l \cdot \tan \delta} + \tan^{-1} \frac{x}{y} \\ \alpha_2 &= -\cos^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot l \cdot \tan \delta} + \tan^{-1} \frac{x}{y} \quad \dots \dots (8) \end{aligned}$$

と求めることができる。ここにおいて、偏角プリズムP1、P2の各回動角 α_1 、 α_2 はY軸を起点としているが、その都度当該角度を記憶しておくと共に、記憶しておいた角度をそれぞれ起点として求めるようにしてもよい。このような動作を繰返し、簡単な入力操作(マーキング位置

の間にはさらに次式が成立つ。

$$\tan \beta = \frac{x}{y} \quad \dots \dots (5)$$

そこで、上記(2)~(4)式をまとめると、

$$\alpha = \cos^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot l \cdot \tan \delta} \quad \dots \dots (6)$$

が得られ、また上記(5)式より

$$\beta = \tan^{-1} \frac{x}{y} \quad \dots \dots (7)$$

が求まる。

ここにおいて、同一の偏角プリズムP1、P2をそれぞれ互いに逆方向に同一角度 α ($-\alpha$)だけ回動させた後、所定の位置まで偏角プリズムP1、P2を同時に同一方向に β 角だけ回動させる例を示したが、実際には以下のようにすればよい。すなわち、レーザ光線 L を偏角させてマー

の x 、 y 座標値入力)だけで、所望する全マーキング位置D1~Dnに照射させることができるようになる。

ここにおいて、第5図は頂角 π のプリズムに対して、法線 N_1-N_1' に対する入射角 θ_1 の光がA-Bで入射され、偏角 δ でCD方向に出力される様子を示している。そして、プリズムの第1面における入射角及び屈折角をそれぞれ θ_1 、 θ_1' とし、第2面における入射角及び屈折角をそれぞれ θ_2 、 θ_2' とすれば、空气中に置かれたプリズムは屈折の法則により

$$\begin{aligned} \sin \theta_1 &= n \cdot \sin \theta_1' \\ n \cdot \sin \theta_2 &= \sin \theta_2' \quad \dots \dots (9) \end{aligned}$$

が成立ち、

$$\begin{aligned} QBC &= \theta_1 - \theta_1' \\ QCB &= \theta_2 - \theta_2' \quad \dots \dots (10) \end{aligned}$$

であるから、偏角 δ は

$$\delta = \theta_1 - \theta_1' + \theta_2' - \theta_2 \\ = (\theta_1 + \theta_2') - (\theta_1' + \theta_2)$$

のように表わされ、頂角が τ であるから $\tau = \theta_1' + \theta_2$ であり、

$$\delta = (\theta_1 + \theta_2') - \tau \quad \dots\dots (11)$$

となる。また、上記(11)式は(9)及び(10)式より

$$\delta = \theta_1 + \sin^{-1}(n \cdot \sin(\tau - \sin^{-1}(\sin \theta_1/n))) - \tau \quad \dots\dots (12)$$

と書き換えられる。今、入射角 θ_1 が変化することによって偏角 δ がどのように変化するかを見るために、 $\tau = 80^\circ$ 、 $n = 1.8$ のプリズムについて計算してみると、第7図のようになる。この第7図において、入射角 θ_1 の $53^\circ 10'$ 以下を計算していないのは、この角度で入射角 θ_1 と射出角 θ_2' とが対称の位置を占めているから、入

る。このことから、この発明の光偏向器では第9図に示すように、頂角の小さい(たとえば $\tau = 3^\circ$ 以下)偏角プリズム(以下、要素プリズムとする)41~43を組合せて偏角プリズム40を形成すると共に、同様な要素プリズム51~53を組合せて偏角プリズム50を形成する。そして、偏角プリズム40及び50を光軸LXに対して独立に回動できるようにすると共に、要素プリズムの少なくとも1枚を回動できるようにしている。頂角の小さい要素プリズムを用いることによって、前述した入射角の変化に対する偏角のバラツキを補正でき、要素プリズムを独立に回動することによって、偏角プリズム40及び50の偏角特性を同一に揃えることができるのである。

このように、偏角プリズム40及び50自体に回動可能な要素プリズムが設けられているので、これら回動可能な要素プリズムを適宜回動することによって、偏角プリズム40、50の総体的偏角量を所定の偏角に合致させることができると共に、一方の偏角プリズムの偏角量を他方の偏

射角 θ_1 のもっと小さい値について計算する代りに、入射角 θ_1 の値に相当するものを逆に求めて行けばよいからである。したがって、偏角 δ は $46^\circ 20'$ が最小で、入射角 θ_1 を $53^\circ 10'$ より小さくしても偏角 δ は小さくならず、却って大きくなる。入射角 θ_1 を横軸とし、偏角 δ を縦軸としてその関係を示すと第6図のようになり、偏角 53° の点Aから平行線を引くとB及びCの2点で交わり、偏角 53° を与える入射角は $\theta_1 = AB$ と $\theta_1 = AC$ との2つあることが分る。

以上より、偏角プリズムへの光ビームの入射角によって偏角が異なってくることが明らかにされた。また、上述ではプリズムの頂角 τ を一定としているが、頂角 τ を変化させて種々の入射角 θ_1 に対する偏角 δ の測定値を表にまとめると、第8図のようになる。この第8図から明らかなように偏角プリズムの頂角 τ が大きいと入射角 θ_1 の差によって偏角 δ の変化量も大きく、頂角 τ が小さくなると入射角 θ_1 が変化しても偏角 δ の変化量は極めて小さいことが分

る。偏角プリズム40及び50の偏角量が相違すると、光軸の中心にその偏角量の差に相当する半径の範囲内に、偏向不能の死角を生ずる。なお、上述では偏角プリズム40及び50をそれぞれ3枚の要素プリズム41~43及び51~53で構成しているが、要素プリズムの枚数及び回動可能な枚数は任意である。

第1図(A)は、この発明に用いる光偏向器1の概略構造を示す光軸方向から見た正面外観図であり、同図(B)はその両側面の下半分の半断面図である。

第1図(A)及び(B)において、設定範囲に合せた任意の偏角量を有するように、第9図の如く複数枚の要素プリズムで成る1対の偏角プリズムP1、P2はそれぞれプリズム枠11、12に嵌入されて固定されており、このプリズム枠11、12はプリズムP1、P2間を互いに近接して、外枠10内にベアリング13、14により回動自在に嵌合されており、プリズム枠11、12の外側(外枠10の

外側)にはそれぞれウォームギア21,22が固着されている。また、たとえば偏角プリズムP1の要素プリズムの1枚が回動可能になっており、外枠10は支持台15により台板16上に支持されて固定されている。ここにおいて、第1図(B)に示すように偏角プリズムP1及びP2は、たとえばそれぞれ光軸に直角な面を外側にして(非直角な面を対向させて)対向させられているものとし、また偏角プリズムP1を入射光側、偏角プリズムP2を出射光側とする。

そして、ステッピングモータM1,M2も台板16上に固定されており、このステッピングモータM1,M2の各軸には、第1図(A)に示すようにそれぞれウォームギア21,22の下方でこれらと噛合するウォーム23,24が軸着されている。ステッピングモータM1,M2を回動させると、ウォーム23,24及びウォームギア21,22を介してプリズム枠11,12に嵌入された偏角プリズムP1,P2をそれぞれ所定角度ずつ回動させることができるようになっている。ステッピングモータ

33及び34は演算回路30で演算された $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ をその都度更新して記憶しておくメモリであり、それぞれ常時ステッピングモータM1及びM2の回動量、すなわち偏角プリズムP1及びP2の位置を更新して記憶している。ここにおいて、原理説明においてはY軸を起点として偏角プリズムP1,P2の各回動角度を算出したが、メモリ33,34にそれぞれその都度記憶されている角度 $\alpha 1, \alpha 2$ を起点とするようにして回動すべき角度を演算し、ステッピングモータM1,M2を駆動するようにしてもよい。

また、第2図(B)は演算回路30における演算の概略過程を示すブロック図であり、入力手段35から偏角プリズムP1,P2の偏角 δ 、偏向器1とマーキング面DPとの距離 l 及びマーキング位置D7の x, y 座標値が入力されると、演算回路30は、まず「 $\tan \delta$ 」を演算し、 l を基に「 $2 \cdot l \cdot \tan \delta$ 」を演算する。また、 x, y を基に「 x^2 」、「 y^2 」を演算し、「 $x^2 + y^2$ 」を演算した後、「 $\sqrt{x^2 + y^2}$ 」を演算

する。M1,M2は上記ウォーム23,24及びウォームギア21,22を介して偏角プリズムP1,P2を回動できるようになっているので、駆動機構を用いれば非常に微小角度ずつ且つ正確に回動できるようになる。また、ステッピングモータM1,M2は、後述する制御装置3により所定角度ずつ独立に回動できるように制御される。

第2図(A)は、ステッピングモータM1,M2を駆動して光偏向器1により入射光を所望する位置に偏角させて、照射させる制御装置3の概略を示すブロック構成図である。

第2図(A)において、35は各種データを入力するキーボード等で成る入力手段であり、30はCPU、RAM、ROM等から成る演算回路であり、入力手段35から既知のデータ x, y, l, δ が入力されると、上記(1)及び(8)式を演算して $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ を求める。31及び32は演算回路30で演算された $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ に基づき、ステッピングモータM1及びM2をそれぞれ所定角度だけ回動するためのパルスを発する駆動回路であり、

する。

そして「 $\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot l \cdot \tan \delta}$ 」を演算し、さらに

「 $\cos^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot l \cdot \tan \delta}$ 」を演算しておく。

一方、「 $\frac{x}{y}$ 」を演算し、「 $\tan^{-1} \frac{x}{y}$ 」を演算し

た後、上記(8)式に従い、求める角度

$$\alpha 1 = \cos^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot l \cdot \tan \delta} + \tan^{-1} \frac{x}{y},$$

$$\alpha 2 = -\cos^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot l \cdot \tan \delta} + \tan^{-1} \frac{x}{y}$$

を演算して駆動回路31,32及びメモリ33,34に出力する。

上述のように複数の要素プリズムを組合せて機械的に補正し、入力データに対して前記駆動式に従って偏角プリズムを駆動しても、レンズ材質の不均一性等によって実際の偏向位置は指令データに完全には対応せず、たとえば第10図に示すような誤差 e を有している。すなわち、第10図において、入力データ $x(m)$ に対して偏角プリズムP1の誤差 e は特性Iで示され、偏角プリズムP2の誤差 e は特性IIで示される。ここ

で、 $x=0$ のとき $e=0$ であるとするれば、求める誤差曲線の近似関数 $f(I)$ 、 $f(II)$ をたとえば3次関数として

$$f(I) = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$f(II) = b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 \quad \dots\dots\dots (14)$$

を設定する。そして、上記各式に x の3つのサンプル点、たとえば $x=100$ 、 $x=200$ 、 $x=300$ を代入することによってそれぞれ連立1次方程式が得られ、これから周知のいわゆる Gauss の消去法を用いることによって、上記3次関数 (13)、(14) の係数 $a_1 \sim a_3$ 、 $b_1 \sim b_3$ を求めることができる。たとえば

$$f(I) = 0.0250x + 0.00103x^2 - 0.00047x^3 \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$f(II) = -0.00041x - 0.0143x^2 + 0.00032x^3 \quad \dots\dots\dots (16)$$

行なう。これによって、偏角プリズム $P1, P2$ による光の実際の偏向位置は補正されたものとなり、補正後の誤差はなくなるか、あってもたとえば第10図において特性 I は誤差曲線 I A に、特性 II は誤差曲線 II A のように極めて小さいものとなる。

なお、上述の実施例においては、この発明の屈折式光偏向器の一使用方法の例としてレーザ光線発射装置と組合せて土木、建築の測量分野に応用する例を示したが、これに限られたものではなく、光ビームを任意の方向に偏角して照射する用途には全て適用できるものである。また、上述では複数枚の要素プリズムで成る偏角プリズムを用いた光偏向器について説明したが、偏角プリズムの要素プリズム数は1枚でも良い。

(発明の効果)

以上のようにこの発明の補正方法を用いれば、偏角プリズム $P1, P2$ の固有データ (偏角) δ 、偏向器1と照射面 DP との距離 L 及び照射面

のようになる。これら (15) 及び (16) 式は第10図の特性 I 及び II の近似関数となり、更に高次の近似関数を求めるためには、 x 値代入のサンプル点を5点、7点の如く多くすれば良い。この場合も Gauss の消去法を用いることによって、連立方程式の各係数を求めることができる。

ここで、Gauss の消去法を簡単に説明すれば、先ずピボットを1行1列から n 行 n 列に移しながら $(a_{11}, a_{22}, \dots, a_{nn})$ 、ピボットのある行の要素をピボット係数で割る。結果としてピボットは1となりピボットのある行の要素のうちピボット以外を0にする。これは行間要素の加減の演算で得られ、以上の演算を繰返すことによって達成される。

上述のようにして係数が求められた近似関数は実際の誤差曲線を近似するものであり、この発明ではこの近似関数を偏角プリズム $P1, P2$ を駆動する補正演算式として用い、たとえば第2図 (B) の入力データ x, y の後段に補正演算式を介挿して、補正してから前述の演算及び駆動を

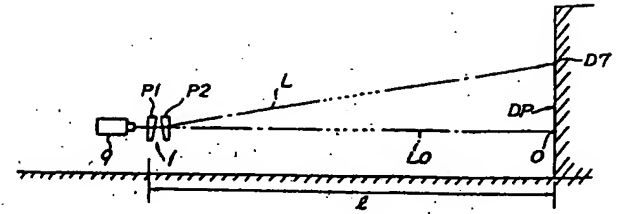
DPにおける照射位置 $D1 \sim Dn$ の各 x, y 座標値を入力するだけの簡単な操作で、レーザ光線等の光ビームを自動的にかつ正確に指定位置に照射させることができ、幅広い分野に応用することができる。

4. 図面の簡単な説明

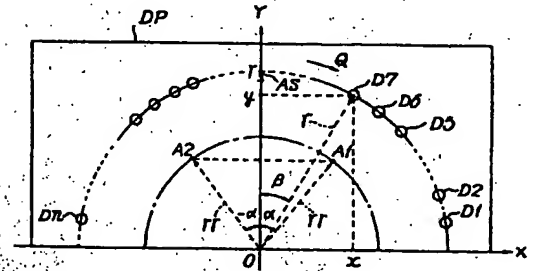
第1図 (A) 及び (B) はこの発明に用いる屈折式光偏向器の構造の一実施例を示す外観図並びに断面図、第2図 (A) 及び (B) はその制御装置の概略を示すブロック構成図及びその動作図、第3図 (A) 乃至 (C) は光偏向器の原理を説明するための図、第4図 (A) 及び (B) は光偏向器の土木、建築測量分野への応用例を説明するための図、第5図及び第6図は光ビームの入射角と偏角との関係を説明するための図、第7図及び第8図は実際の測定データを示す図、第9図は偏角プリズムの他の例を示す図、第10図はこの発明の原理を説明するための図、第11図は従来の構造物のマーキング作業の概要を説明するた

めの図である。

1, 101, 102 … 屈折式光偏向器、3 … 制御装置、9 … レーザ光線発射装置、10 … 外枠、11, 12 … プリズム枠、13, 14 … ベアリング、15 … 支持台、16 … 台板、21, 22 … ウォームギア、23, 24 … ウォーム、30 … 演算回路、31, 32 … 駆動回路、33, 34 … メモリ、35 … 入力手段、 L, L' , L_1, L_2 … 光軸、 $M1, M2$ … ステッピングモータ、 $P, P1, P2$ … 偏角プリズム、 δ … 偏角、 τ … 頂角。

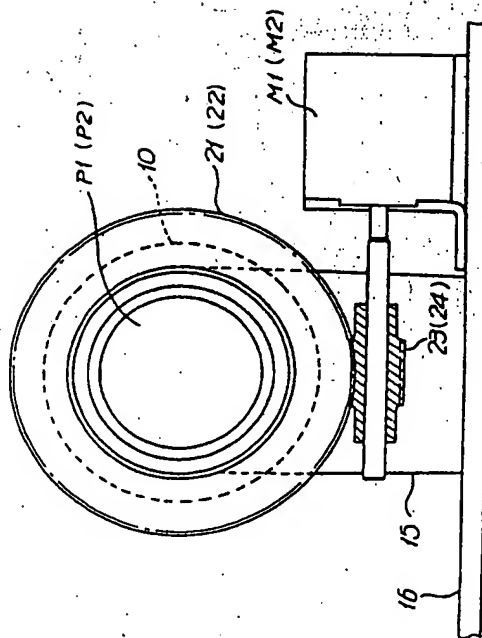


(A)

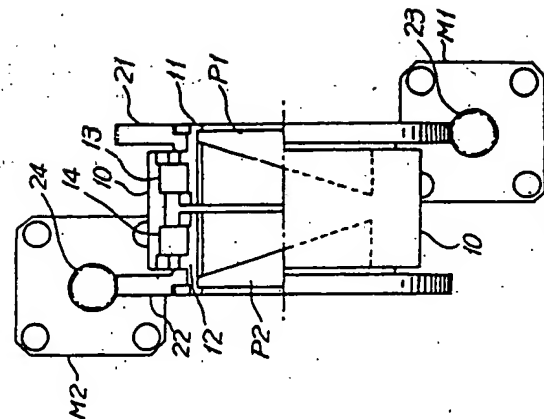


(B)

第4図



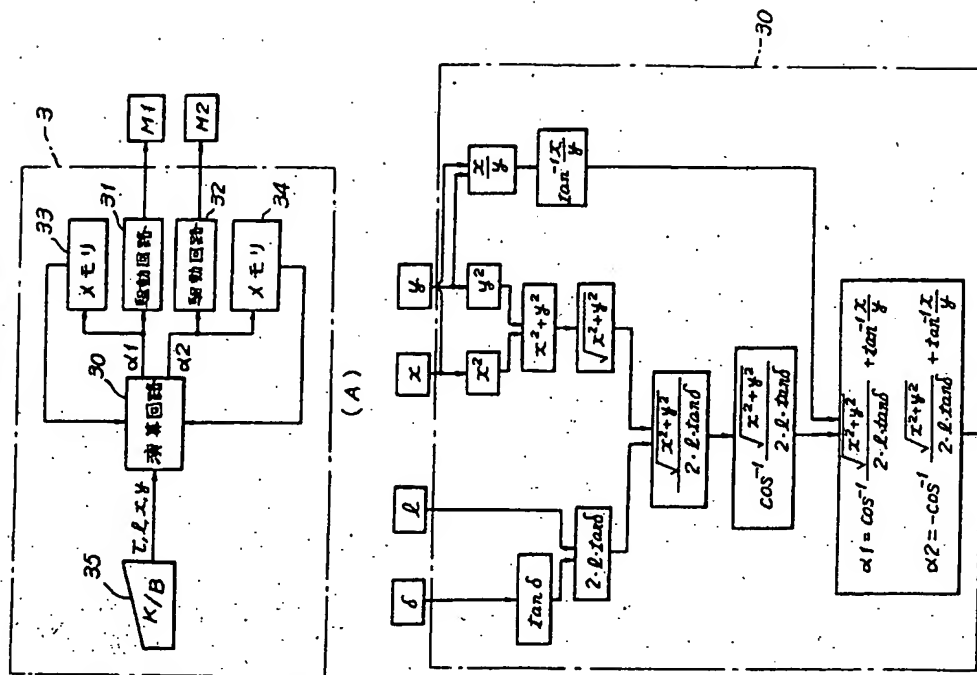
(A)



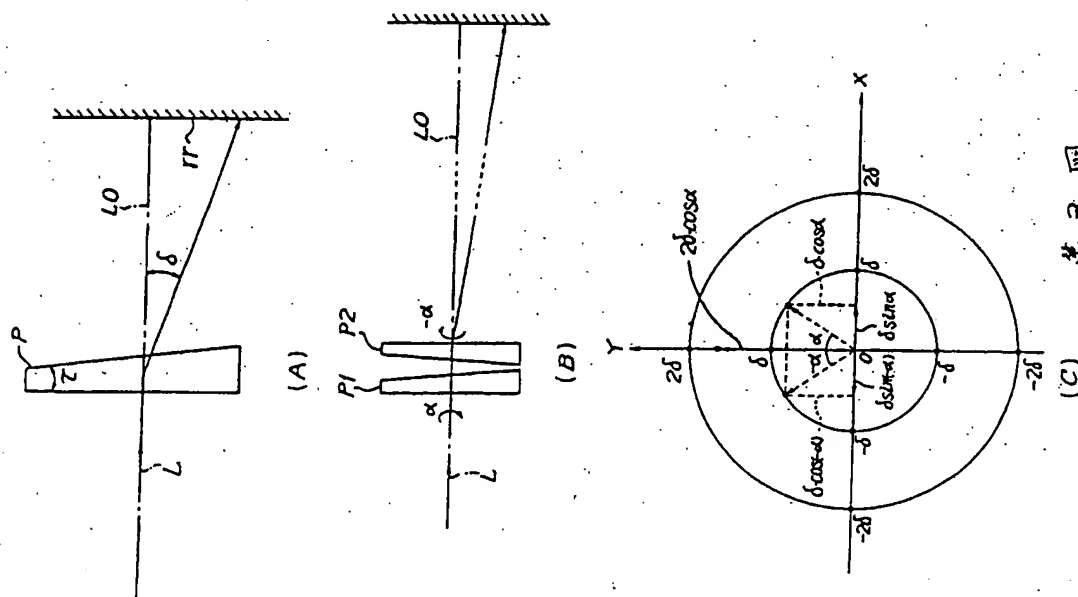
(B)

第1図

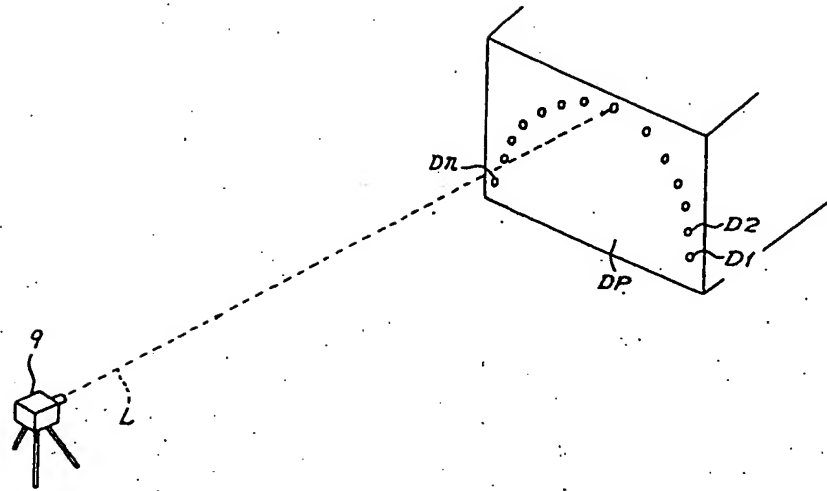
図面の浄書



第2図



第3図



第 11 図

手続補正書（方式）

昭和62年11月5日

特許庁長官 小 川 邦 夫 殿

1. 事件の表示

昭和62年特許願第194790号

2. 発明の名称

屈折式光偏向器の補正方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

株式会社 ツ ー デ ン

4. 代 理 人

東京都新宿区西新宿一丁目14番15号

タウンウエストビル5F 電話(348)7705

7877 弁理士 安 形 隆 三



5. 補正命令の日付

昭和62年10月7日

（発送日 昭和62年10月27日）

6. 補正の対象

図面



7. 補正の内容

第2図及び第10図を別紙の通り補正する。